

П.Д. Біленчук, Т.В. Обіход, В.М. Юрчишин

НАУКОВІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ,
ПРАВОВІ ЗАСАДИ ПІЗНАННЯ
КОСМОСУ ТА ВСЕСВІТУ

Монографія

Чернівці
Мехнодрук
2023

УДК 165:524.8

Б 61

Рекомендовано кафедрою міжнародної та кримінальної юстиції

Чернівецького навчально-наукового юридичного інституту НУ «ОЮА»

(протокол № 5 від 22.12.2022 року)

Рецензенти:

Марчак В.Я., заступник голови Чернівецького апеляційного суду, доктор юридичних наук, професор

Щербанюк О.В., завідувачка кафедри процесуального права юридичного факультету ЧНУ ім. Ю. Федьковича, докторка юридичних наук, професорка

Біленчук П.Д., Обіход Т.В., Юрчишин В.М.

Б 61 Наукові, технологічні, правові засади пізнання космосу та Всесвіту : монографія. Чернівці : Технодрук, 2023. 44 с.

У монографії розглянуто новітні тенденції еволюції світогляду людини завдяки розвитку космічної галузі. В дослідженні сформульовано концептуальні засади еволюції наукового, технологічного і правового пізнання людиною Всесвіту.

Книга для тих, кого цікавлять таємниці космосу та можливості його використання в освітній, науковій і безпековій праксеологічній діяльності.

УДК 165:524.8

© П.Д. Біленчук, Т.В. Обіход, В.М. Юрчишин, 2023.

© ПБКФ «Технодрук», 2023

ЗМІСТ

Передмова	4
Еволюція світогляду людини завдяки розвитку космічної галузі	6
Анотація	6
Abstract	7
Вступ	8
1. Еволюція наукового знання людини	11
1.1. Наша «галаслива» Галактика	11
1.2. Голуби і космологія	13
1.3. Визначення характеристик реліктового випромінювання	19
1.4. Фізика елементарних частинок і Теорія Всього	21
2. Розвиток космічних технологій	26
2.1. Еволюція цільового використання космічних супутників	26
2.2. Застосування космічних технологій під час воєнного стану в Україні	31
2.3. Starlink та доступ до Інтернету	35
3. Еволюція правового регулювання космічної діяльності	38
Висновки	41
Список використаних джерел	43

ПЕРЕДМОВА

Відомо, що Всесвіт таємничий, загадковий, великий і безмежний. Очевидно, що його неможливо ні обчислити, ні виміряти. Усе, що ми бачимо навколо себе: небо, сонце, місяць, зорі, хмари, Землю на якій живемо, повітря, яким дихаємо, і все, що на землі: траву, дерева, гори, річки, моря, рибу, птаство, звірів, тварин, і, нарешті, людей, тобто нас самих, – усе це творіння Боже. Всесвіт створений для життя і на користь людям – для кожного з нас. Тому для того, щоб жити в любові і радості, в злагоді з усіма треба його вивчати, пізнавати і досліджувати.

Події, що відбуваються на політичному, екологічному й суспільному ландшафті України, Європи і світу, сьогодні гостро вимагають всебічного аналізу наукових, технологічних і правових засад пізнання основ побудови і розвитку Всесвіту. Особливим та важливим в цьому процесі є застосування, як інструменту пізнання, асиметричного системного консолідованого аналізу еволюції світогляду людини для формування інноваційних завдань для сучасного розвитку космічної галузі. Очевидно, що такий підхід потребує докорінних змін освітніх, наукових, безпекових, праксеологічних і соціальних цінностей українців. Це набуває особливого значення під час збройної агресії проти України, та спонукає нашу державу до застосування для захисту новітніх космічних технологій. Також слід зазначити, що війна в Україні чітко окреслила неймовірно зростаюче значення космічного простору для прийняття стратегічних і тактичних рішень арміями як на землі, так і в космосі.

Відомо, що в США уже створені космічні сили, а в Японії космічні війська, які всебічно досліджують Всесвіт і космічні технології. Такі космічні військові сили формуються і в ряді інших країн світу. Тому, базуючись на ідеях, інноваціях, «ноу-хау» відомих мислителів світу, які випробувані часом, зокрема, Миколи Коперніка, Тихо Браге, Йогана Кеплера, Галілео Галілея, Ісаака Ньютона, Джордано Бруно, Рене Де Карта, Жоржема Леметрі, Едвіна

Габбра, Крістіана Доплера, Володимира Вернадського та результатах інших наукових досліджень, автори в даному монографічному дослідженні сформулювали наукові, технологічні і правові концептуальні засади пізнання космосу та Всесвіту у світлі яких пропонують розглядати та вирішувати фундаментальні безпекові задачі сучасності, що постають як перед сучасною людиною, так і перед народами, державами, цивілізацією, у т.ч. так звані вічні світоглядні пізнавальні питання, які безпосередньо пов'язані з науковими дослідженнями.

Вважаємо, що ідеї, інновації, «ноу-хау», які сформульовані в монографії, відрізняються актуальністю, новизною, теоретичною і безпеково-праксеологічною значимістю, інколи навіть можуть дивувати втаємниченою загадковістю пізнання сутності Всесвіту. Це обумовлено тим, що очевидна космічна дійсність реально приховується за пеленою видимості існування самого космосу.

Дана монографія є прекрасною нагодою подивитися на Всесвіт зі світоглядних безпекових позицій духовності, справедливості і професіоналізму з метою перемоги добра над злом.

Петро Біленчук

Еволюція світогляду людини завдяки розвитку космічної галузі

The evolution of the human worldview due to the development of the space industry

АНОТАЦІЯ

Розвиток сучасного суспільства неможливий без розвитку фундаментальної науки, нових знань про навколишнє середовище. Еволюція уявлень про утворення Всесвіту тісно пов'язана не тільки із зміненням світоглядної культури людини, а і з розвитком науки і технологій. Цей процес відбувався поступово, впливаючи на науково-культурний, соціально-економічний рівні розвитку суспільства. Нами розглянуто еволюцію наукового, технологічного і правового знання людини завдяки розвитку новітніх технологій в космічній галузі. Оскільки кожен з цих етапів є невід'ємною складовою нашого майбутнього, необхідно зрозуміти як сучасні науково-технологічні надбання, так і перспективи їх розвитку. Особливу увагу привертає теорія утворення Всесвіту, яка постійно еволюціонує завдяки розвитку як спостережуваної техніки, так і теоретичної фізики високих енергій, яка пов'язана із питаннями квантової гравітації, кротових нор, реліктовим випромінюванням, теорією утворення Всесвіту. Розміщення телескопів у космосі призвело до бурхливого розвитку супутникової індустрії, яка пов'язана зокрема із наступними застосуваннями супутників: моніторинг сільськогосподарських земель; розробка методів моніторингу та прогнозування природних пожеж; удосконалення технологій галузевої системи моніторингу рибальства; розвиток системи дистанційного моніторингу корисних копалин; моніторинг екологічного стану земної кулі. Підкреслено актуальність військового застосування супутників, необхідність застосування модульності у супутниковому дизайні та її переваги. Розвиток космічної індустрії пов'язаний із міжнародним космічним правом, яке

встановлює режим космічного простору та небесних тіл і регулює відносини між державами, міжнародними організаціями і комерційними фірмами у зв'язку з дослідженням і використанням космосу. Піднято актуальне питання розвитку космічного екологічного права щодо правової охорони і використання космічного простору із застосуванням імперативних методів правового регулювання, чітких категоричних розпоряджень щодо вичерпного переліку прав і обов'язків суб'єктів космічного права.

ABSTRACT

The development of modern society is impossible without the development of fundamental science, new knowledge about the environment. The evolution of ideas about the formation of the Universe is closely related not only to the change in human worldview culture, but also to the development of science and technology. This process took place gradually, influencing the scientific, cultural, socio-economic level of development of society. We have considered the evolution of the scientific, technological and legal removal of man due to the development of the latest technologies in the space industry. Since each of these stages is an integral part of our future, it is necessary to understand both modern scientific and technological assets and the prospects for their development. Particular attention is drawn to the theory of the formation of the Universe, which is constantly evolving due to the development of both observable technology and theoretical physics of high energies, which is related to the issues of quantum gravity, wormholes, relic radiation, and the theory of the formation of the Universe. The placement of telescopes in space has led to the booming development of the satellite industry, which is associated in particular with the following applications of satellites: monitoring of agricultural land; development of methods for monitoring and forecasting natural fires; improvement of technologies of the sectoral fisheries monitoring system; development of the system of remote monitoring of minerals;

monitoring the ecological state of the globe. The relevance of the military use of satellites, the necessity of using modularity in satellite design and its advantages are emphasized. The development of the space industry is related to international space law, which establishes the regime of outer space and celestial bodies and regulates relations between states, international organizations and commercial firms in connection with the exploration and use of space. The topical issue of the development of space environmental law on the legal protection and use of outer space was raised using imperative methods of legal regulation, clear categorical orders on an exhaustive list of rights and obligations of subjects of space law.

ВСТУП

Питання утворення Всесвіту хвилювали наших предків з прадавніх часів. Найбільш розповсюдженою і загальноприйнятою була Біблійна гіпотеза утворення Всесвіту [1], пізніше перехоплена і вдосконалена давньогрецькими філософами, зокрема Арістотелем [2], рис. 1.

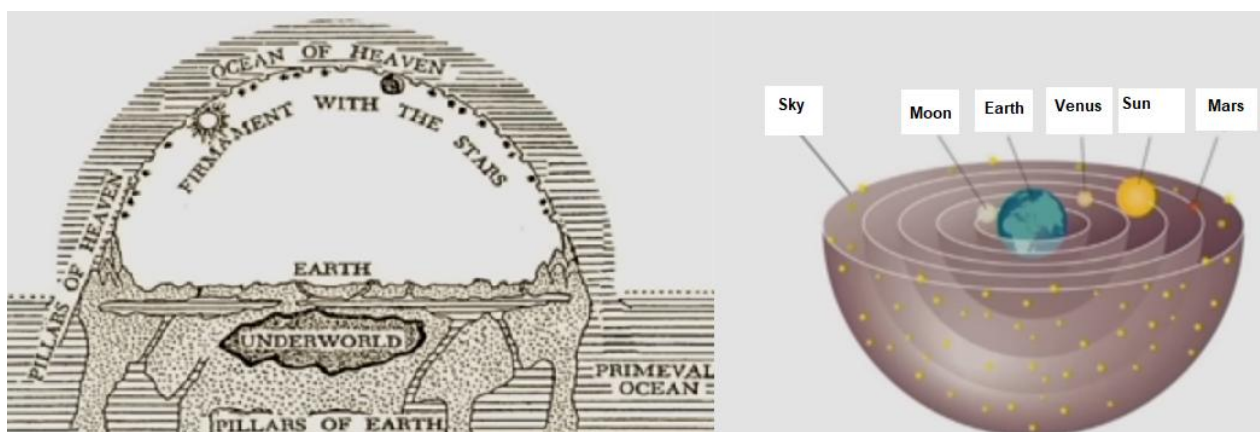


Рис. 1. Ліворуч: Схема утворення Всесвіту відповідно до Біблії: Нехай буде твердь посеред води; Праворуч: Схема утворення Всесвіту відповідно до Арістотеля: Земля знаходиться у воді, а Небо ні в чому.

Космологічні моделі еволюції Всесвіту та гіпотези його подальшого розвитку з стародавніх часів Месопотамії, стародавнього Єгипту, античних часів, [3], поступово обновлялися до геоцентризму, геліоцентризму. Завдяки розвитку спостережної астрономії та появі телескопів в 1608 р., геліоцентризм набув світоглядного теоретичного обґрунтування. Миколай Коперник, Тихо Браге, Йоганн Кеплер, Галілео Галілей, Ісаак Ньютон, Джордано Бруно, Рене Декарт започаткували наукові методи дослідження для доведення положень теорії Всесвіту:

- Всесвіт безмежний але скінчений;
- Відбувається розбігання галактик;
- Вік Всесвіту становить приблизно 13.7 млрд років.

Теорію походження Всесвіту було запропоновано в 1931 р. астрономом Жоржем Леметром. Завдяки знанням про розбігання галактик Едвіна Габбла і рішенням рівняння Фрідмана, теорія отримала назву «Великий вибух» (назву надано Фредом Гойлом). Теорія Великого вибуху базується на чотирьох експериментальних фактах:

1. Розбігання галактик за законом Габбла і ефект Доплера.
2. Реліктове випромінювання.
3. Поширеність гідрогену та гелію.
4. Великомасштабна структура Всесвіту і еволюція галактик.

Сучасні вчені вважають, що наше розуміння походження Всесвіту може потребувати оновлення [4]. За їх словами, Всесвіт міг розпочатися не з Великого вибуху, а з Великого відскоку. Тобто Всесвіт народився не в результаті експоненційного розширення простору-часу з маленької точки після вибуху, а після того, як закінчилася попередня фаза його існування, тобто він стиснувся, а потім стався відскок і з'явився новий відомий нам космос. "Теоретично космічна інфляція була покликана пояснити різні проблеми в моделі гарячого Всесвіту під час Великого вибуху. Вона припускає, що сталося дуже швидке розширення космосу. Вона також

пояснює походження структури у нашому Всесвіті в результаті квантових флуктуацій", – каже Сання Ваньоці з Кембриджського університету. Але, за словами Ваньоці, все ще є шанс довести хибність теорії Великого вибуху і для цього потрібно ще краще вивчити реліктове випромінювання, яке залишилося після народження Всесвіту. Це електромагнітне випромінювання є свідченням ранніх етапів існування космосу. Космічний апарат "Планк" Європейського космічного агентства (ЕКА) більше 10 років тому почав вимірювати реліктове випромінювання, але результати дослідження одразу ж здалися вченим трохи підозрілими. "Результати були представлені як підтвердження космічної інфляції. Однак деякі з нас стверджували, що результати можуть показувати протилежне", – говорить Аві Леб з Гарвардського університету. За словами Леба, фактичний край Всесвіту, що спостерігається, знаходиться на відстані, на якій будь-який сигнал міг пройти зі швидкістю світла за 13,7 мільярда років, тобто з моменту народження Всесвіту. Але в результаті розширення космосу цей край нині перебуває на відстані 46,5 мільярда світлових років. "Це схоже на археологічні розкопки, але тільки в космосі. Чим більше ми отримуємо даних, тим більш ранній шар космічної історії до Великого вибуху ми відкриваємо. Він є останнім горизонтом розкопок. Що лежить за цим горизонтом, невідомо", – говорить Леб. Тому вчені вважають, що треба заглянути в історію космосу набагато далі, щоб дізнатися про природу Всесвіту невдовзі після Великого вибуху.

Еволюція уявлень про утворення Всесвіту тісно пов'язана не тільки із зміненням світоглядної культури людини, а і з розвитком науки і технологій. Цей процес відбувався поступово, впливаючи не тільки на наші знання про Всесвіт, науково-культурний, соціально-економічний рівні розвитку суспільства, а і змінив саме поняття людини, перетворюючи її на «космічну» людину. Розглянемо еволюцію наукового, технологічного і правового знання людини завдяки розвитку новітніх технологій в космічній галузі.

1. Еволюція наукового знання людини

1.1. Наша «галаслива» Галактика

У 1932 році, коли почалася Велика депресія, Карл Янський працював у Bell Telephone Laboratories у Нью-Джерсі. Його завдання полягало в дослідженні проблем, пов'язаних із передачею голосу по радіо. Янський побудував антену, яка могла обертатися в будь-якому напрямку і зміг виявити сигнали на частоті 20,5 МГц, яку сьогодні використовують FM-радіо та телевізійні станції. Протягом кількох місяців він записував сигнали з усіх боків і зміг ідентифікувати статичні джерела від грози. Але Янський також уловив слабе шипіння невідомого походження, яке долидало з усіх боків і ідентифікувалося спочатку як випромінювання від Сонця. Після спостереження за сигналом декілька тижнів, він побачив, що «найгучніша» частина сигналу не має зв'язку із положенням Сонця. Сигнал повторювався кожні 23 години 56 хвилин, що означало, що сигналу знадобиться один рік (4 хвилини на 365 днів), щоб повернутися до того самого положення біля Сонця, як це видно з Землі. Саме цього можна було очікувати від сигналу об'єкта, що знаходиться далеко за межами нашої Сонячної системи, який спостерігався під час щорічної подорожі Землі навколо Сонця. Янський зрозумів, що постійний шум йде з центру нашої галактики – Чумацького Шляху. Історія про нашу «галасливу галактику» отримала широкий резонанс у газетах. Відкриття Янського привернуло увагу Гроут Ребера, який назвав себе «палким радіоаматором і прихильником дистанційного спілкування». У 1937 році Ребер побудував радіоантену діаметром 31 фут на своєму дворі у Вітоні, штат Іллінойс і здійснив перше систематичне дослідження радіохвиль з неба.

Поспіх розвитку радіо та радіолокаційних технологій для військових цілей під час Другої світової війни мав величезний вплив на астрономію. Після закінчення війни астрономи почали активно працювати над дослідженням радіочастот, використовуючи технології, які було створено під час бойових

дій. Вони були частково стимульовані дослідженнями Ребера. Оскільки значна частина нових зусиль була зосереджена в місцях, незручних для спостереження в традиційній оптичній астрономії, Великобританії та Нідерландах, астрономи не очікували великих відкриттів у радіочастоті спектру. Отже, необхідні були нові методи, які б відкрили шлях у сучасну космологію.

Закінчення другої світової війни було відмічено вибуховим розвитком науки і технологій. Астрономи та астрофізики скористалися потужним набором нових інструментів і технологій задля формування космології в науку із міцною основою передбачення, спостереження та перевірки. Вперше астрономи почали проводити детальні та всебічні дослідження неба на різних довжинах хвиль, а не тільки на видимих, рис. 2.



Рис. 2. Демонстрація зміни довжини хвилі в залежності від розмірів об'єктів, [5].

Поки одні астрономи досліджували нові довжини хвиль, такі як інфрачервоні та радіоспектри із землі, інші думали про запуск телескопів у космос. Ця ідея з'явилася в 1946 році у секретному звіті астрофізика з Принстона Лаймана Спітцера під назвою «Попередній проект експериментального космічного корабля, що обертається навколо світу». Спітцер запропонував розробку великих космічних телескопів. Орбітальний телескоп міг би побачити зображення, на яке не впливають мерехтливі коливання повітря, і відкрив би можливість вивчення довжин хвиль, які поглинає атмосфера. Астрономам знадобилося багато років і розчарувань,

щоб досягти цієї мети. У той час як військові агентства працювали над розробкою ракет для власних цілей, американські дослідники почали з ракет Фау-2, захоплених у німецької армії. Багато з їхніх початкових спроб встановити спектрографи в ракети зазнали невдачі, оскільки пристрої падали на Землю або не працювали належним чином. Зрештою їм вдалося розмістити в космосі інструменти, які принесли підтвердження гіпотези Великого вибуху і вказали на ще більш дивні особливості Всесвіту.

1.2. Голуби і космологія

У 1950-х роках радіотелескопи та інші засоби спостереження були втягнуті в дискусію між прихильниками двох радикально різних космологій. З одного боку прихильники Великого Вибуху (Мартін Райл та його колеги) провели підрахунки віддалених радіоджерел і показали зміни космічних об'єктів з відстанню, що свідчить про еволюцію Всесвіту, але теоретики знайшли альтернативні пояснення. Дебати були в основному вирішені в 1965 році іншим великим і випадковим відкриттям. Арно Пензіас і Роберт Вілсон, дослідники лабораторії, використовували дуже чутливий пристрій для виявлення мікрохвиль – типу випромінювання між інфрачервоними променями та радіохвилями. Белл був зацікавлений у використанні пристрою для зв'язку за допомогою супутників. Але станція супутникового зв'язку вже почала працювати в Європі, і менеджери Bell Labs заохотили Пензіаса та Вілсона використовувати антену для радіоастрономії. Прагнучи вивчити радіовипромінювання Чумацького Шляху, ними було виявлено, що антенна вловлює несподівану форму фонового шуму, який не мав очевидного пояснення навіть після усунення перешкод від посадки голубів на антену. Здавалося, шум надходить з усіх боків, що свідчить про його походження із джерел за межами нашої галактики. Пензіас і Вілсон відвідали сусідній Принстонський університет, де зустрілися з фізиком Робертом Діке. Раніше Діке висунув теорію про формування Всесвіту за принципом теорії Великого

вибуху, що призвело б до зростання радіації у всьому космосу. Оскільки Всесвіт розширювався, це випромінювання поступово охолело до дуже низької температури. Незабаром Діке вирішив, що Пензіас і Вілсон справді виявили ознаки потужного вибуху, пережитку найдавніших днів Всесвіту. Для багатьох вчених відкриття Пензіаса і Вілсона виглядало як надійний доказ теорії Великого вибуху. Однак прихильники стійкого стану Всесвіту надали контраргументи. Отже, випромінювання могло надходити з різних джерел при різних температурах. Лише виміривши криву інтенсивності в діапазоні довжин хвиль, астрономи могли сказати, чи збігається вона з кривою, передбаченою за Великим вибухом, з температурою трохи нижче трьох градусів. Мікрохвильове та інфрачервоне випромінювання було дуже важко виміряти, і для деяких довжин хвиль прилади доводилося піднімати за допомогою повітряних куль, щоб уникнути перешкод із земної атмосфери. Знадобилося більше десяти років роботи різних груп, перш ніж майже всі переконалися, що космічне мікрохвильове фонове випромінювання має характеристики, передбачені теорією Великого вибуху, рис. 3.

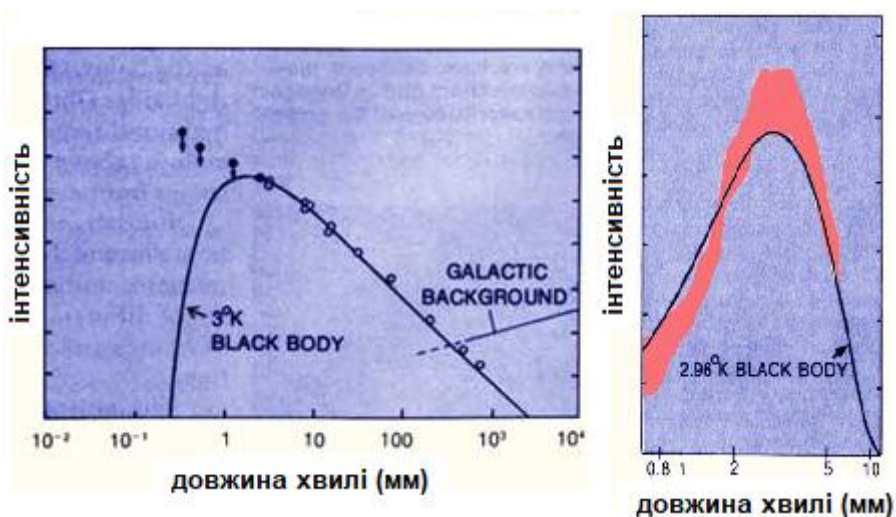


Рис. 3. Ліворуч: підрахунки теоретиків, для «чорного тіла» при температурі на три градуси вище абсолютного нуля, яке випромінює. Пік інтенсивності досягає довжини хвилі трохи вище 1 мм (суцільна лінія). Незафарбовані кружечки і кільця зі стрілками - виміри вчених. Праворуч: виміри інфрачервоного випромінювання (рожева область) у 1975 році з повітряної кулі, які показали, що космічне випромінювання співпадає із передбаченою кривою в межах інструментальної точності.

Розвиток супутникових спостережень в різних діапазонах частот починає бурхливо розвиватися. В 1970 році NASA фінансувало програму ракетних досліджень і запустило невеликий супутник, призначений виключно для рентгенівської астрономії. Його інструменти виявили подвійні рентгенівські пульсари – нейтронні зірки, енергія яких виникає в результаті випромінювання матерії зірок-компаньйонів. Рентгенівський телескоп Ейнштейна, запусканий у 1978 році, показав, що окремі джерела спричиняють більшу частину рентгенівського фонового випромінювання.

Цікавими для дослідження стали космічні гамма-промені, які мають більшу енергію, ніж рентгенівські. Вони виникають в результаті ядерних реакцій в зірках, як результат вибуху декількох ядерних бомб. Перше спостереження космічних гамма-променів було зроблено в 1973 році із супутника, який стежив за випробуваннями ядерної зброї. Обсерваторія Комптона, яку було запуснено з космічного човника в 1991 році, реєструвала майже щоденні спалахи гамма-випромінювання. Можливо, коли надзвичайно віддалені нейтронні зірки зливалися в чорні діри, це призводило до спалаху гамма-випромінювання яскравішого за мільйон галактик. Якби щось аналогічне трапилося в нашій галактиці, це знищило б озоновий шар Землі, все живе та залишило б поверхню нашої планети радіоактивною на тисячі років.

Гравітаційні хвилі (збурення самого простору-часу), що походять від злиття нейтронних зірок або чорних дір у далеких галактиках, планувалося виявити Лазерною інтерферометричною гравітаційно-хвильовою обсерваторією (LIGO). Будівництво цього амбітного інструменту, який відбиває світлові промені через пару вакуумованих труб довжиною два кілометри кожна, почалося в 1999 році, і поступово його чутливість значно збільшилася. Відкриття гравітаційних хвиль було виконано шляхом їх прямого детектування 14 вересня 2015 колабораціями LIGO та VIRGO, про що було оголошено 11 лютого 2016 року. За експериментальне виявлення

гравітаційних хвиль у 2017 році було присуджено Нобелівську премію з фізики. Існування гравітаційних хвиль вперше було передбачено в 1916 Альбертом Ейнштейном на підставі загальної теорії відносності. Таким чином детектором LIGO, окрім гравітаційних хвиль від злиття чорних дір, було вперше задетектовано чорні діри. За вимірами із Землі пара чорних дірок з оцінкою мас близько 36 і 29 мас Сонця оберталася одна навколо одної і злилися з утворенням чорної діри масою 62 маси Сонця. Три маси Сонця було перетворено на гравітаційне випромінювання протягом часток секунд. Спостережуваний сигнал узгоджується з прогнозами теорії відносності.

Всесвіт виглядає спокійним у звичайному світлі, здебільшого змінюючись лише протягом багатьох мільйонів років. В інших довжинах хвиль можна побачити інший Всесвіт, що було виявлено радіотелескопами та супутниками. Наприклад, потужне випромінювання квазарів можна спостерігати за мільярди світлових років, допомагаючи астрономам скласти карту всього Всесвіту. І саме в невізуальних довжинах хвиль астрономи можуть найкраще спостерігати початковий космічний вибух. Прикладом того, як впровадження нових інструментів може призвести до важливих подій у космології, є супутник Cosmic Background Explorer (COBE) (рис.4), запущений у 1989 році NASA.

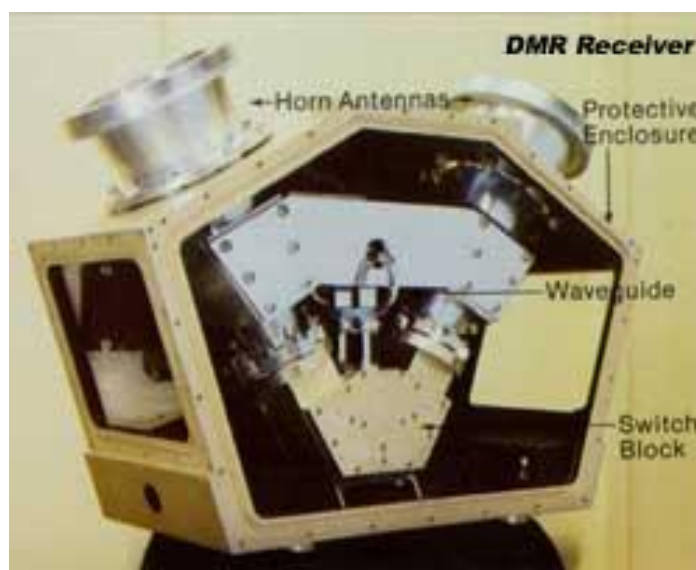


Рис. 4. Детектор COBE.

Місія була розроблена для вимірювання космічного фонового випромінювання з надзвичайною точністю, щоб побачити, чи є крихітні відмінності від однорідності. Ці відмінності були передбачені теоретиками, які запропонували раптове «інфляційне» розширення Всесвіту відразу після Великого вибуху. Річ у тому, що наша галактика, наша планета і навіть ми самі є крихітними неоднорідними елементами в загалом однорідному космосі. Невеликі первісні неоднорідності матерії були потрібні, щоб гравітація могла почати стягувати матерію разом у галактики та інші космічні структури. Але чому одна частина раннього Всесвіту відрізнялася від будь-якої іншої частини? Насправді простір-час завжди коливається в субмікроскопічному масштабі, відповідно до фундаментальної теорії «невизначеності» квантової механіки. Ці коливання надзвичайно малі, але в процесі інфляції вони були б надзвичайно розтягнуті. Отримані зморшки в просторі-часі могли дати початок скупченню великомасштабних структур, таких як галактика або скупчення галактик. Астрофізики Джордж Смут і Джон Матер запропонували знайти крихітні відмінності від однорідності космічного фонового випромінювання, передбачені інфляційною теорією. Зрештою експеримент COBE мав приголомшливий успіх, оскільки виявив крихітні відмінності в космічному фоновому випромінюванні. Таким чином, експеримент показав, як нові інструменти перетворюють космологію у «Велику науку».

Традиційна оптична астрономія також досягла великих успіхів, піднявшись над атмосферою. Космічний телескоп Хаббл став одним із найвидатніших наукових інструментів усіх часів. Телескоп Хаббл (англ. Hubble Space Telescope) – автоматична обсерваторія (телескоп) на орбіті навколо Землі, названа на честь американського астронома Едвіна Хаббла. Запущений 24 квітня 1990 року, він став спільним проектом NASA та ЕКА. Розміщення телескопа у космосі дало можливість реєструвати електромагнітне випромінювання у діапазонах, непрозорих для земної

атмосфери. Завдяки відсутності впливу атмосфери роздільна здатність телескопа в 7-10 разів більша, ніж у аналогічного телескопа, розташованого на Землі. Перелічимо тільки декілька з найбільш значних відкриттів Хаббла:

- уточнено значення постійної Хаббла;
- вперше отримані карти поверхні Плутона і спостерігалися ультрафіолетові полярні сяйва на Сатурні, Юпітері та Ганімеді;
- частково підтверджено теорію про надмасивні чорні діри в центрах галактик;
- за результатами спостережень квазарів отримана сучасна космологічна модель Всесвіту, що розширюється з прискоренням, яка заповнена темною енергією;
- уточнений вік Всесвіту - 13,7 млрд. років;
- підтверджено гіпотезу про ізотропність Всесвіту.
- отримано зображення перших згустків матерії, які сформувалися менш як мільярд років після Великого вибуху.

Нові супутники разом з Хабблом, підраховуючи далекі наднові зірки, встановили точний вік Всесвіту та природу його розширення. Досліджуючи величезну кількість галактик, вони виявили несподівані закономірності у скупченні матерії — мотки багатьох тисяч галактик, розділених колосальними пустотами, де майже нічого не видно. Теоретикам вдалося створити комп'ютерні моделі, які відповідають цій «пінистій» великомасштабній структурі, обчисливши еволюцію розподілу матерії, починаючи з нерівностей в мікрохвильових даних утворених протягом мільярдів років. Їх результати вказують на нові теорії про динаміку Всесвіту. Спостереження багатьох приладів, які сьогодні вказують на небо, продовжують спонукати теоретиків переглядати й уточнювати свої уявлення про походження, природу та долю нашого Всесвіту.

Супутникові дані підтвердили життєздатність інфляційної моделі Всесвіту. Стандартна модель вибуху не дає відповіді щодо проблем із

щільністю у початковий момент вибуху Всесвіту. У інфляційній теорії, однак, короткий вибух експоненціального розширення автоматично зрівнює все, приводячи щільність, незалежно від її початкового значення, майже до критичної щільності. Ця теорія не дає відповіді на те, чому інші фундаментальні числа підходять для існування життя, але пропонує вирішення проблеми площинності. Інфляційна теорія може вирішити ще одну проблему — «відстань до горизонту». Це максимальна відстань, яку могло подолати світло з початку великого вибуху. Нещодавно це значення було звужено приблизно до 13,7 мільярдів світлових років.

1.3. Визначення характеристик реліктового випромінювання

Одне із інтригуючих відкриттів майбутнього може бути пов'язано із реліктовим випромінюванням гравітонів. Це гіпотетична безмасова елементарна частка, яка може пояснити гравітаційні взаємодії. Відповідно це випромінювання складатиметься з гравітонів, що вільно переміщуються. Вчені вважають, що реліктове випромінювання гравітонів могло існувати відразу після появи Всесвіту, але теорія Великого вибуху свідчить, що це випромінювання розсіялося і його неможливо виявити. За словами вчених, якщо вдасться виявити це випромінювання, можна повністю виключити Великий вибух як теорію народження Всесвіту. Поки що це випромінювання виявити неможливо через недостатній розвиток технологій, але це може статися в майбутньому, вважають вчені.

Найраніша історія Всесвіту досі є набором теоретичних роздумів і гіпотез, хоча існує Стандартна модель гарячого Всесвіту, яка пояснює, як усе сталося на самому початку існування космосу. Але в цій моделі є свої недоліки і цю проблему вирішує інфляційна модель Всесвіту – гіпотеза про трохи інший початковий стан космосу та його дедалі швидше розширення. Саме цю інфляційну теорію зможе довести новий космічний апарат вивчення реліктового випромінювання LiteBIRD, рис. 5. Новий космічний апарат

вивчення реліктового випромінювання зможе довести інфляційну теорію початкового стану Всесвіту.

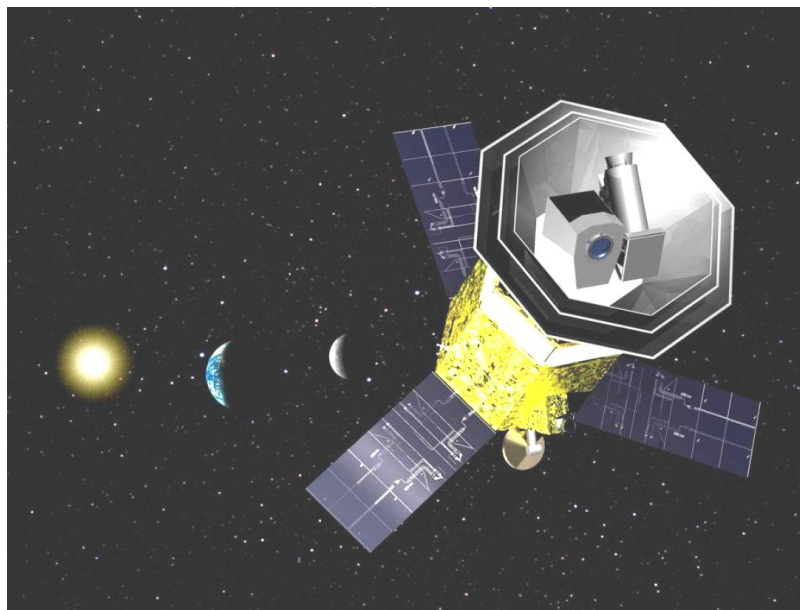


Рис. 5. Майбутній космічний апарат LiteBIRD шукатиме квантові флуктуації, спричинені самою інфляцією Всесвіту. Після запуску в 2027 апарат LiteBIRD спробує виявити первинний сигнал, спостерігаючи за космосом протягом 3 років, з [6].

Вчені вже багато знають про те, як з'явився наш Всесвіт і що сталося далі. Зокрема, зараз відомо про те, що одним із свідчень ранніх процесів у космосі є реліктове випромінювання, яке досі залишилося через 13,7 млрд років після Великого вибуху. Проте вивчення реліктового випромінювання є складним процесом через недостатній розвиток технологій. Незважаючи на це, космологи продовжують вивчати температурні коливання, сподіваючись отримати нові дані про ранній Всесвіт. "До кордону в 380 000 років після Великого вибуху фотони постійно розсіювалися, тому складно спостерігати за реліктовим випромінюванням. Тільки коли Всесвіт охолонув настільки, що матерія роз'єдналася, фотони змогли вільно поширюватися в космосі", - каже Джорджіо Савіні, з Університетського коледжу Лондона. До цього часу прилади для дослідження реліктового випромінювання як із Землі, і з космосу зазвичай відстежували дрібні коливання температури. Але для подальшого

дослідження реліктового випромінювання будуть потрібні нові технології, пошуку так званої поляризації В-режиму. Якщо астрономи зможуть його виявити, це підтвердить інфляційну теорію. Тобто експоненційне розширення простору-часу в межах першої трильйонної частки трильйонної секунди після Великого вибуху. Спосіб виміру цієї поляризації дозволить вченим відновити інформацію про те, що відбувалося в темну епоху космосу перші майже 400 тисяч років. За словами Савіні, немає майже нічого, крім первинних гравітаційних хвиль, які можуть створювати поляризацію В-режиму в дуже великих масштабах. Первинні гравітаційні хвилі поляризуватимуть довжини хвиль фотонів, тому реліктове випромінювання фотонів матиме дуже специфічний характер. Майбутній космічний апарат LiteBIRD шукатиме квантові флуктуації, спричинені самою інфляцією Всесвіту. Апарат повинен виявити реліктове випромінювання, яке покаже наявність гравітаційних хвиль, викликаних інфляцією. LiteBIRD зможе створювати нові карти поляризації реліктового випромінювання із безпрецедентною точністю. Є надія, що LiteBIRD виявить ознаки поляризації В-режиму у реліктовому випромінюванні. "Виявлення В-режиму – це святий Грааль, і це саме по собі доводить інфляцію", – каже Савіні. Якщо LiteBIRD або майбутні наземні телескопи, що досліджують реліктове випромінювання, дійсно виявлять цю поляризацію В-режиму, це буде новий спосіб доступу до інформації про ранні етапи існування космосу. Це відкриття допоможе вченим зрозуміти природу проміжної доби в ранньому Всесвіті, від кількох місяців після початку інфляційного розширення до кількох тисяч років після Великого вибуху.

1.4. Фізика елементарних частинок і Теорія Всього

Протягом останніх кількох десятиліть двадцятого століття фізика елементарних частинок все більше сприяла прогресу в космології. Фізика високих енергій розширила межі наявних прискорювачів елементарних частинок. Вона все частіше звертається до космології за інформацією про

поведінку матерії в екстремальних умовах, таких які панували в ранньому Всесвіті. З 1970-х років фізики працювали над «теорією струн», яка, як вони сподіваються, може пояснити всі закони фізики та всі сили природи в одному рівнянні. Згідно з цією теорією, основними складовими Всесвіту є крихітні звивисті струни, а не частинки. Космологи, однак, не знайшли жодного експериментального підтвердження теорії струн, а також не придумали жодного прогнозу спостережень, який міг би її спростувати. Але теорію суперструн і D-бран ще чекає велике майбутнє, оскільки разом із красою, повнотою і відсутністю параметрів, вона передбачає велику кількість невідомих частинок, наприклад, суперчастинок, розширений сектор бозонів Хіггса, кандидатів на темну матерію, темну енергію, а також об'єднує всі чотири види взаємодії: сильну, слабку, електромагнітну і гравітаційну (квантова гравітація). Нові типи частинок можуть знадобитися, щоб відповісти на старе питання про «відсутню речовину». Ще в 1930-х роках астроном Фріц Цвікі виміряв швидкості галактик у скупченнях і оголосив, що скупчення повинні розлітатися. Гравітаційного тяжіння видимої матерії було недостатньо, щоб утримати швидкорухомі галактики разом. Інші астрономи думали, що врешті-решт з'явиться якесь просте пояснення, можливо, помилка в спостереженнях. Але в 1970-х роках, коли Рубін з Фордом виміряли обертання окремих галактик, на свій подив вони виявили ту саму проблему. Зовнішні зірки оберталися так швидко, що мали б полетіти, якби їх ніщо не тримало, крім гравітації видимих зірок. Дослідження іншими методами підтвердили, що ми бачимо лише близько 4-5 відсотків маси у Всесвіті. Спостереження та розрахунки на основі теорії Великого вибуху лише натякають на решту невідомих 95 відсотків. Частина невидимого Всесвіту може складатися із зірок, які випромінюють дуже мало світла, таких як «коричневі карлики» або первісні чорні діри. Слабко взаємодіючі масивні частинки (WIMP), які передбачено фізиками-теоретиками, можуть становити частину відсутньої матерії, але їх не було виявлено в експериментах. Інші

теорії вказують на топологічні дефекти простору-часу, космічні зморшки, що залишилися від раннього Всесвіту.

На початку XXI століття спостереження за далекими надновими зірками зробили картину ще більш загадковою. На додаток до «темної матерії», здається, існує «темна енергія». Вона може спричинити фактичне прискорення розширення Всесвіту, можливо, розривання галактик і навіть самої матерії в далекому майбутньому. «Темна енергія» може бути пов'язана з природним розширенням рівнянь загальної теорії відносності Ейнштейна в рамках Теорії Всього – теорії D-бран. Єдине, що можна сказати напевно, це те, що багато чого потрібно навчитися, оскільки існує багато дивовижного, тому космологи продовжують свою космічну подорож.

Не менш цікавим у фізиці високих енергій, пов'язаний із квантовою гравітацією, є питання утворення червоточин, або кротових нор. Термін червоточина вперше вигадав для космічних порталів ще в 1950-х фізик Джон Вілер. Червоточини являють собою розрив у тканині простору-часу та відповідають загальній теорії відносності Ейнштейна, рис. 6.

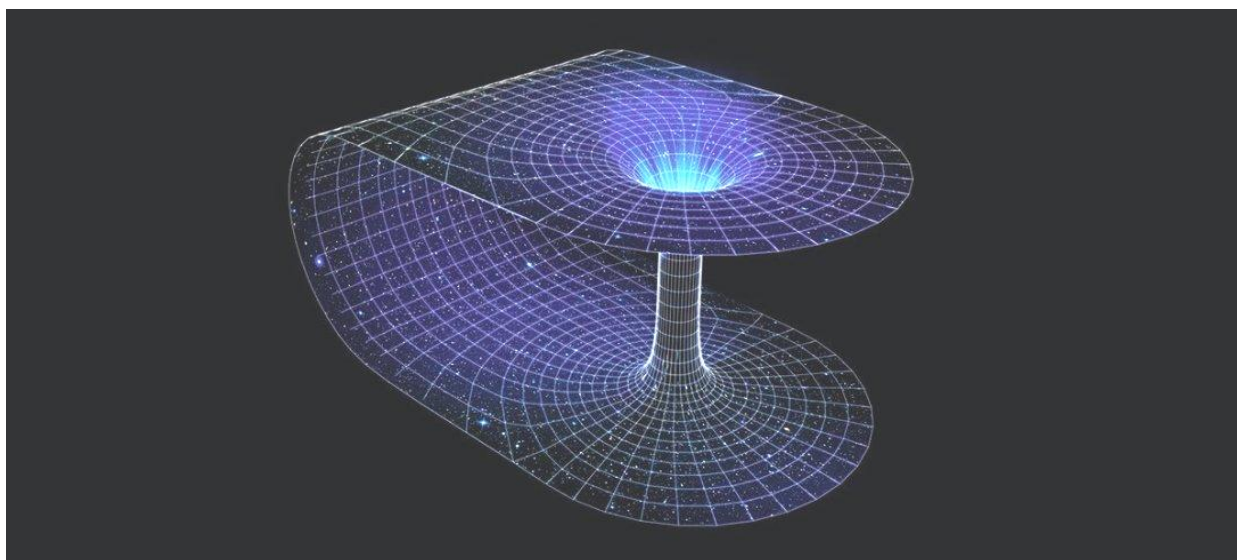


Рис. 6. Зображення червоточини, з [7].

Наочний приклад роботи червоточини можна продемонструвати, якщо взяти аркуш паперу, намалювати в різних його кінцях дві точки, потім згорнути цей лист навпіл і проткнути його в точках олівцем, що стикаються.

Саме так і працює кротова нора, тобто з однієї точки до іншої можна потрапити дуже швидко, не долаючи величезну відстань у космосі і не втрачаючи величезну кількість часу. Тобто теоретично такі проходи між двома точками у просторі-часі можуть існувати. Але їх поки що ніхто не бачив, а тим більше не створював. Американські фізики заявили, що вони змогли створити таку червоточину без розриву в тканині простору-часу [7]. Вчені з Національної прискорювальної лабораторії ім. Енріко Фермі, США, змогли змодельовати за допомогою квантового комп'ютера невелику червоточину. Тобто фізично такого проходу не існує, але вчені заявили, що вони створили щось, що теоретично можна назвати норою крота. За допомогою квантового комп'ютера фізики створили моделі двох маленьких чорних дірок та передали повідомлення між ними через своєрідний прохід у тканині простору-часу. Завдяки передачі сигналу між чорними дірками з'явилася червоточина, що проходить, але в ході експерименту вчені не створили фізично існуючого тунелю між двома точками в просторі і часі.

Існування тунелів, які не суперечать основним постулатам загальної теорії відносності передбачали ще фізики Альберт Ейнштейн і Натан Розен. За словами Джозефа Ліккена з Фермілаб, в рамках експерименту вдалося створити щось, що за передбачуваними властивостями можна назвати схожим на кротову нору. За словами Марії Спіропулу з Каліфорнійського технологічного інституту в ході експериментів вдалося створити так звану "дитячу" червоточину, тобто дуже крихтний змодельований прохід. Але тепер фізики хочуть створити більшу, "дорослу" кротову нору. "Цей експеримент не показав нічого нового, чого ми ще не знали про квантову гравітацію. Але з іншого боку, це важливе технічне досягнення, тому що якщо ми можемо створити щось подібне, то таким чином можна змодельовати й інші складові теорії квантової гравітації", – говорить вчений Харло. Теорія квантової гравітації ще до кінця не побудована і вчені намагаються наблизитись до цього відкриття. Ця теорія повинна пояснити все, що

відбувається у Всесвіті. "Звичайно, ми визнаємо, що до створення тунелів у просторі-часі, за допомогою яких можна було б відправляти людей або інших живих істот в інші точки космосу, ще далеко. Я сказав би дуже далеко. Але наші результати є першим кроком і потрібно з чогось починати", – каже вчений Ліккен.

2. Розвиток космічних технологій

Реалії сьогодення, безперервний процес розвитку науки, техніки і технології, безпосередньо пов'язані із застосуванням штучних космічних супутників. Філософія «ноосфери», яка включає в себе знання, цінності, технології людства, вперше була запропонована ученим Володимиром Вернадським. Важко переоцінити функціональність супутникових технологій, які реалізуються через програми співпраці із космічними агентствами задля застосування переваг космосу для людства. Це і більш точні прогнози погоди, боротьба із озоновими дірами, збір даних про стан земель для сільськогосподарських потреб, контроль вирубки лісів, пошуки корисних копалин, наукові дослідження за допомогою супутників Hubble, Spitzer, Webb і т. д.

2.1. Еволюція цільового використання космічних супутників

Першим штучним супутником став «Супутник-1», запущений Радянським Союзом 4 жовтня 1957 року задля визначення густини високих шарів атмосфери, дослідження розповсюдження радіосигналів у іоносфері, виявлення метеороїдів. Історично завданням штучних супутників Землі було виконання за їх допомогою досліджень пов'язаних із спостереженням земної поверхні. Це було пов'язано із необхідністю прогнозування погоди, розташування корисних копалин, вивчення поведінки людини, тварин і рослин в космічних умовах. Ближче до 2000-х років з'явилися екологічні проекти щодо вивчення сонячних відблисків на поверхні води та суші, снігових покривів, великих міст, водної поверхні без відблисків, вулканів. Космічний моніторинг цих поверхонь давав можливість розділити вклади антропогенних впливів та природних процесів (виверження вулканів, лісові пожежі та інше) у парниковий ефект.

18 липня 2011 року була запущена астрофізична обсерваторія «Спектр-Р» з космічним радіотелескопом. Суть досліджень полягає в одночасному спостереженні одного радіоджерела космічним та наземними радіотелескопами. Такий метод дозволяє:

- вивчати релятивістські струмені, а також безпосередні зони масивних чорних дір в активних галактиках;
- вивчати будову та динаміку областей зіркоутворення в нашій Галактиці за допомогою лазерного та мегалазерного випромінювання;
- вивчати нейтронні зірки і чорні дірки в нашій Галактиці;
- вивчати структуру та розподіл міжзоряної та міжпланетної плазми за флуктуаціями функції видимості пульсарів;
- побудувати високоточну астрономічну координатну систему;
- побудувати високоточну модель гравітаційного поля Землі.

6 серпня 2012 року американський марсохід Curiosity здійснив успішну посадку на поверхню Марса. Прилад здатний виявити воду або лід, точніше одну з двох складових води - водень. «Нейтронографія» поверхні, дозволила дослідникам оцінити вміст води під колесами марсоходу та визначити найцікавіші для дослідження райони з високим вмістом води в мінералах. Саме такі райони становлять найбільший інтерес для пошуку ознак життя, моніторингу радіаційного стану.

Неможливо переоцінити роль космічної галузі у сьогоденні. Перелічимо лише декілька прикладів:

- створення комплексу цільової апаратури для спостережень геофізичних параметрів іоносфери, верхніх шарів атмосфери та навколосемного космічного простору, розробка приладів для вимірювань озонного шару, парникових газів та малих складових атмосфери;
- інформаційно-технічне забезпечення та розвиток системи постійного збирання та обробки даних супутникового моніторингу в інтересах системи моніторингу сільськогосподарських земель;

- розробка методів моніторингу та прогнозування природних пожеж та їх наслідків з використанням геоінформаційних технологій;
- удосконалення технологій галузевої системи моніторингу рибальства;
- розвиток системи дистанційного моніторингу лісових пожеж та вогнищ масового розмноження шкідливих комах та хвороб лісу.

Актуальним є використання супутників для з'ясування питань фундаментальної науки. Супутники ROSAT, RXTE (NASA), Chandra (NASA), XMM Newton (ЕКА) виконують дослідження з космології, фізики раннього Всесвіту, реліктового випромінювання, фізичних процесів у гарячому газі із скупчень галактик, проводять вивчення чорних дір, нейтронних зірок та білих карликів.

Жорсткий рентгенівський огляд неба за даними спостережень обсерваторії «Інтеграл» дозволив вперше провести систематичний пошук активних ядер галактик другого типу, в яких надмасивна чорна діра прихована від спостерігача в інших діапазонах довжин хвиль товстим шаром пилу та холодного газу. "Інтеграл" ЕКА виявив вже кілька десятків нових об'єктів такого типу. Вважається, що активні ядра галактик роблять основний внесок у космічний рентгенівський фон (КРФ) – випромінювання, що пронизує весь космічний простір.

За рентгенівськими даними телескопа ROSAT (Німеччина) отримано важливу інформацію щодо історії зростання надмасивних чорних дірок у Всесвіті за допомогою вимірювання спектру жорсткого рентгенівського фону. Це найбільший рентгенівський огляд багатих скупчень. За його даними вдалося отримати обмеження на параметри рівняння стану темної енергії та інші космологічні параметри, такі як сумарна маса нейтрино.

Точними вимірами анізотропії реліктового випромінювання за даними космічних обсерваторій WMAP і «Планк» (ЕКА), а також разом з останніми даними з вимірювання баріонних акустичних осциляцій, виявлено розбіжність у вимірюваннях амплітуди обурень щільності, отриманих

різними способами. Ця різниця була нещодавно підтверджена на новому рівні точності за даними обсерваторії «Планк».

За допомогою аерокосмічних засобів дистанційного зондування можна надійно виявляти руйнування підводних газопроводів і, що особливо цікаво, – підводні природні газові смолоскипи, які зазвичай вказують на газові місця. Розробка методик дистанційного зондування океану та атмосфери Землі за допомогою мікрохвильових радіометрів дозволяє застосовувати технології екологічного моніторингу стану та забруднення прибережної зони водної поверхні.

У роботах із використанням лазерної плазми, що утворюється внаслідок дії потужних лазерних імпульсів на поверхню досліджуваних зразків, досліджується зміна розмаїття спектральних ліній залежно від режиму опромінення. «Земна» частина робіт сектора стосується, в першу чергу, лазерного зондування атмосфери, в яких використовуються лідари – аналоги радарів, в яких джерелом випромінювання є лазери. Таким чином було проведено:

- спостереження оптичних проявів гамма-сплесків наднових галактик;
- моделювання кривих блиску та спектрів в космосі;
- дослідження фізичних процесів та моделей гамма-сплесків космічного та земного походження;
- створення ширококутних оптичних систем для спостереження швидкозмінних транз'єнтних явищ.

Найяскравішою роботою з борту супутника Землі стало дослідження космологічного реліктового випромінювання. Це випромінювання рівномірно заповнює простір і несе інформацію про дуже ранні стадії розвитку Всесвіту – близько 270 тис. років після Великого вибуху.

За 60 років було розроблено багато (сотні) проектів щодо процесу створення «космічної» людини. Деякі з них реалізовані, деякі знаходяться на стадії реалізується, готуються нові проекти, і значна частка таких проектів

здійснюються на Землі для підготовки та забезпечення польотів людей у космос, в т. ч. для майбутніх тривалих місій на Місяць і Марс. Виділимо три групи проектів, спрямованих на створення «космічної» людини.

1. Проекти пілотованих космічних польотів на космічних кораблях і станціях: Аполлон програма (1968 – 1972, США), пілотована космічна станція «Мир» (1986 – 2001, СРСР і Росія), Міжнародна космічна станція (з 1998 р. США, Росія, ЄС тощо).

2. Нові проекти пілотованих польотів, створення тимчасових і постійних станцій, бази та поселення для безпечного та комфортного життя людей у навколоземному середовищі, на Місяці та Марсі на основі принципово нових технологій, з пріоритетом екологічно чистих технологій.

3. Проекти зачаття, народження, «виховання», навчання та виховання дітей у космосі: міжнародний проект «Космічні подорожі — мандрівна ментальність» (2012); проект щодо народження першої дитини в космосі (2019) та інші проекти.

Розвиток космічної промисловості України був пов'язаний із польотом першого українського космонавта Леоніда Каденюка на американському БТКК «Колумбія» місії STS-87, запуском супутників серії SICN, розробкою проектів «Морський старт», «Земля старту». Сьогодні умови співпраці суттєво змінилися. Це пов'язано, по-перше, із розподілом космічних сил за регіональним критерієм; по-друге, формами співпраці, коли реалізація масштабних завдань можлива лише завдяки регіональній співпраці; по-третє, критерії ефективності космічної діяльності забезпечуються в ринкових умовах конкуренцією між приватними підприємствами. Світ поділився на п'ять регіональних об'єднань співпраці у космічній сфері: в Європі – ЕСА (22 члени); Азіатсько-Тихоокеанський регіон – Азіатсько-Тихоокеанська космічна організація співпраці APSCO (11 членів); в Африці – Африканське космічне агентство (55 членів); на Близькому Сході та на півночі Африки – Міжісламська мережа космічних наук та технологій (ISNET) (57 учасників); у

Латинській Америці формується космічне агентство, куди увійшли Мексика, Болівія, Аргентина, Еквадор, Парагвай та Коста-Ріка. Окремо слід виділити Сполучені Штати, які формують власну політику співпраці з кожною державою, залежно від напрямків розвитку космічної діяльності. Слід зазначити, що кожна держава буде свою космічну політику відповідно до економічних та технологічних можливостей. Україна, враховуючи регіональну приналежність та європейський вибір, повинна проводити послідовну політику щодо поглиблення співпраці з ЕКА. Очевидно, що побудова міжнародного космічного співробітництва України із усвідомленням особливостей внутрішньої космічної індустрії замість ілюзорних декларацій, відображених у програмних документах, стане орієнтиром для позитивних змін в космічній галузі, оскільки без застосування супутникових технологій неможливо представити сучасний світ.

2.2. Застосування космічних технологій під час воєнного стану в Україні

Застосування воєнного стану в Україні підкреслило зростаюче значення космічного простору для армій на землі. В інтерв'ю BBC, керівник космічних сил США, генерал Джей Реймонд, описує це як "першу війну, де комерційні космічні можливості дійсно відіграли значну роль". Дж. Реймонд чітко вказує, що "ми використовуємо простір, щоб допомогти вдарити з точністю, ми використовуємо простір, щоб забезпечити попередження про ракети, будь-яку загрозу, яка могла б приїхати до Сполучених Штатів або до наших союзників чи партнерів", – говорить він.

У космосі вже є більше 5000 супутників, більшість яких працюють з комерційними цілями. Але серед них найбільша кількість військових супутників належить США, Росії та Китаю. Росія, і Україна покладаються на космічне позиціонування, навігацію для проведення точних ударів по ключових цілях. Російські ракети використовують власні супутники

позиціонування глонас GPS, щоб знайти свої цілі. Ракети Himars, які мають діапазон до 80 км також керуються GPS. Отже, точність змінила значення і забезпечується космічним майбутнім.

Застосування космічних технологій під час воєнного стану в Україні показало значні переваги для військових, коли зв'язок та мобільність дозволяють вигравати битви завдяки отриманню інформації про техніку та пересування ворога, навігацію та координацію між підрозділами із космосу. Розглянемо окремо кожне із найважливіших застосувань супутникових технологій. Для забезпечення своїх потреб військові використовують три типи космічних апаратів: наглядові, комунікаційні та навігаційні. Використання кіберпростору робить космічні апарати вразливими до кібератак. Наприклад, в очікуванні вторгнення в Україну, хакери намагалися втрутитися в роботу космічних кораблів, що передають команди українським військовим безпілотникам, вимкнули супутникові Інтернет-мережі американської компанії Viasat. Тому армія повинна добре координувати дії власних підрозділів, приховати свої дії, замаскувати себе. Задля перевірки надійності інформації на перший план виходять супутники інтелекту, за допомогою яких можна отримати достовірну інформацію про розгортання противника та його рух. Розглянемо різновиди супутникових систем:

- Супутник інтелекту в оптичному діапазоні, рис. 7.

Оскільки резольюція зображень в оптичному діапазоні становить кілька десятків сантиметрів, цього достатньо, щоб оцінити накопичення обладнання та військ противника.



Рис. 7. Супутники спостереження в оптичному діапазоні Махаг . Джерело: Махаг Technologies.

- Нічне бачення орбітальних пристроїв.

Для того, щоб бачити щось на землі протягом суток використовуються супутники інфрачервоного діапазону, коли можна побачити теплі предмети навіть вночі. В інфрачервоному діапазоні чітко видно танки та іншу броньовану бойову транспортну техніку. Ще краще, у інфрачервоному діапазоні видно літаки, вертольоти та ракети, оскільки двигуни нагрівають їх до сотень і тисяч градусів Цельсія.

- Спостереження з радарями.

Спрямоване радіовипромінення є ефективним, коли необхідно подолати хмари, які ефективно поглинають випромінення у багатьох діапазонах. Принцип радіовипромінення використовується космічними кораблями з радарями на борту. Ці складні системи використовують передавач та систему напрямку для створення радіохвилі. Зворотна відбита з поверхні хвиля повертається назад і детектується антеною. Але недолік радарів полягає в їх меншій чутливості, ніж у оптичних систем, нечіткі зображення поверхні за

допомогою відбитих радіохвиль. Тому популярними стають пристрої типу Sentinel, які використовують радіолокатори з синтезованою діафрагмою. Вони «пам'ятають» відображення сигналу кожної секунди, переміщуючись на орбіті, а потім збирають їх разом, створюючи тривимірну картину. Але такі зображення мають роздільну здатність в декілька метрів, що є далеким від якості оптичних зображень.

Поверхневі зображення в оптичних, інфрачервоних та інших діапазонах є зручними, але ще потрібно вміти ідентифікувати ворожі резервуари. Для цього можуть бути застосовані системи штучного інтелекту, які допоможуть знайти певні об'єкти на зображеннях та зібрати їх за часом та простором за короткий час, оскільки ситуація в сфері бойових дій може змінюватися щохвилини. Тому важливо відрегулювати роботу супутників на основі інформації інших супутників, застосовуючи правильне управління. Основна проблема космічних армій сьогодення полягає в децентралізованій та надійній праці системи.

Українська криза пролила світло на критичність космічних активів для військових операцій. В контексті посилення загроз супутники тепер повинні реагувати на нові імперативи: мати крім економічної ефективності кращу чуйність та покращену стійкість. Військові супутники часто демонструють застарілі космічні технології порівняно з комерційними колегами. Отже, необхідно збільшувати фінансові витрати на військові цілі, оскільки виграє той супутник на орбіті, який має більш конкурентоспроможні технології. Велику перевагу має модульність у супутниковому дизайні задля роз'єднання навантажень на супутники. Простота використання такої системи генерує ефективність виробництва для виробників за допомогою більшої інтеграції, підвищеної сумісності та більшій гнучкості в розробці супутникових об'єднань. Модульність є ключовою для військової стійкості, оскільки вона усуває ризики загальної несправності завдяки можливості замінити несправний компонент, щоб запобігти зміні супутникової орбіти. По-друге,

модульність дає можливість здійснювати вибіркові навантаження, які адаптовані до запуску на найрізноманітніших пускових установках. По-третє, компроміс із витратами/вигодами буде врівноважений довговічністю супутникового модуля, де мають місце регулярні технологічні оновлення та інновації.

2.3. Starlink та доступ до Інтернету

Сучасну космічну програму можна охарактеризувати як винахід, подібний до залізниць XIX століття, який призвів до технологічних, економічних, політичних, соціологічних та інтелектуальних змін. Розвиток космічної програми пов'язаний із зміною законів, економічної організації та фундаментальних відносин державного та приватного секторів.

Starlink – проєкт американської компанії SpaceX щодо розробки високопродуктивної супутникової платформи для виготовлення супутників зв'язку та запусків великої їх кількості у космосі. Це угруповання супутникових проєктів, які виведуть тисячі малих супутників на низьку навколоземну орбіту на висоті 550 км над нами. Масив відправляє інтернет-сигнали із супутників на наземні трансивери, які, у свою чергу, транслюють їх локально або безпосередньо на особистий маршрутизатор Starlink. Це дає можливість підключатися до Інтернету через супутник у будь-якій точці планети. Коли повний набір супутників Starlink опиниться на призначеній орбіті, служба забезпечить глобальне покриття всієї земної кулі. Однією з визначальних переваг проєкту Starlink для віддалених місць є можливість зв'язку без прокладання оптичного кабелю.

Проєкт «Starlink» почався у 2015 році, а перші два супутники було запущено у тестовий політ 22 лютого 2018 року ракетою Falcon 9. Запуск наступної партії сателітів вже із 60-ти одиниць відбувся у травні 2019 року. У січні 2020 року SpaceX стала власницею найбільшої кількості супутників на орбіті (180 штук). До середини 2020-х років компанія планувала відправити

на певні орбіти близько 12 тисяч апаратів, однак у 2019 році з'явилася інформація про заявку на ще 30 тисяч штук. SpaceX допускає можливість продажу супутників, виготовлених на платформі Starlink, після чого ті зможуть використовуватися у наукових або військових цілях, а зароблені кошти Ілон Маск планує витратити на розробку ракети Starship для польотів на Марс. У майбутньому компанія має намір розмістити подібне сузір'я супутників і на навколомарсовій орбіті.

SpaceX (англ. Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX)) – американське аерокосмічне приватне підприємство, що займається будівництвом космічного транспорту, наданням космічних транспортних та комунікаційних послуг. Воно є виробником ряду ракет-носіїв, зокрема, сімейства Falcon та двигунів для них, а також космічних кораблів Dragon (у вантажному та пілотованому варіантах). Крім цього компанія розвиває мережу супутників Starlink, за допомогою яких надає послуги швидкого ширококутового доступу до Всесвітньої мережі. Серед основних досягнень SpaceX:

- перша приватна ракета на рідкому паливі, що вийшла на орбіту Землі (Falcon 1, 2008),
- першість серед приватних компаній в доставлені на орбіту та приземлені космічного корабля (Dragon в 2010),
- першість серед приватних компаній, що відправили корабель до Міжнародній космічній станції (Dragon, 2012),
- першість в вертикальному зльоті і посадці орбітальної ракети-носія (Falcon 9 в 2015),
- першість в кількаразовому використанні орбітальної ракети-носія (Falcon 9 в 2017),
- перша доставка астронавтів до МКС приватною компанією (SpaceX Crew Dragon Demo-2, 2020).

SpaceX запустила та використала для повторного запуску Falcon 9 вже понад сотню разів. Наразі SpaceX займається розробкою надважкої ракети Зореліт, у якої багаторазовим буде не лише нижній ступінь, а і верхній. У вересні 2018 року SpaceX представила першого пасажира для Starship, що полетить з туристичною місією навколо Місяця – DearMoon. Ним став японський мільярдер Юсаку Маедзава, політ повинен відбутися у 2023 році. Підрозділ SpaceX «Starlink» займається виготовленням і запуском супутників зв'язку, що утворюють єдину мережу. Ця мережа робить високошвидкісний інтернет доступним навіть у віддалених від наземних комунікацій місцях. Станом на травень 2022 року SpaceX вже вивели на низьку навколоземну орбіту понад 2400 супутників «Starlink». Таким чином, це вже найбільше сузір'я супутників в історії. За планами компанії його розмір має вирости до кільканадцяти тисяч у найближчі роки.

3. Еволюція правового регулювання космічної діяльності

Оскільки Інтернет – це глобальний ресурс, тому зрозуміло, що питання безпеки обчислювальних ресурсів є глобальним питанням, пов'язаним із галуззю управління Інтернетом. У 2013 році Кооперативний центр досконалості кібероборони НАТО підготував посібник, який пов'язаний із реалізацією існуючого міжнародного гуманітарного закону про вступ та ведення війни (*Jus ad Bellum* та *Jus in Bello*) у кіберпросторі. Спробою вчених та недержавних суб'єктів скласти міжнародну угоду стала конвенція про захист від кіберзлочинів та тероризму. Цей проект рекомендує створити міжнародний орган під назвою Агентство з питань захисту інформаційної інфраструктури. Урядова група експертів ООН підтвердила у 2013 році, що існує міжнародне право застосовується до кіберпростору. Інциденти із кібератаками прискорили кіберозброєння багатьох країн. Деякі країни оголосили «кіберпростір» п'ятим військовим доменом після суші, моря, повітря та простору і вкладають значні бюджетні кошти на військові можливостей щодо кібератак. Картографування загальнодоступних документів, таких як національні стратегії, військові доктрини, офіційні заяви та достовірні ЗМІ, представляють докази та вказівки на те, що потенційні кіберзагрози існують майже в усьому світі. Тому виникла необхідність в забезпеченні кібербезпеки [8,9], модернізуванні міжнародного права.

Міжнародне космічне право — підгалузь міжнародного публічного права, сукупність міжнародно-правових принципів та норм, які встановлюють режим космічного простору та небесних тіл і регулюють відносини між державами, міжнародними організаціями і комерційними фірмами у зв'язку з дослідженнями і використанням космосу [10].

Відповідно до статті 5 Закону України «Про космічну діяльність» [11], державне регулювання та управління у сфері космічної діяльності в Україні здійснюються шляхом:

- законодавчого встановлення основних принципів, норм і правил космічної діяльності;

- розробки концептуальних основ державної політики у галузі дослідження і використання космічного простору в мирних цілях та в інтересах безпеки держави;

- формування Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України;

- планування та фінансування космічної діяльності за рахунок коштів Державного бюджету України, а також сприяння залученню інших джерел фінансування, не заборонених чинним законодавством України;

- цільової підготовки кадрів за рахунок Державного бюджету України;

- запровадження ліцензування такої діяльності;

- контролю за здійсненням зовнішньоекономічної діяльності суб'єктами космічної діяльності.

У 2019 році парламентом було ухвалено Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо державного регулювання космічної діяльності» № 143-IX, яким встановлюються важливі нововведення для космічної галузі з метою підвищення її інвестиційної привабливості, формування конкурентного середовища для суб'єктів космічної діяльності різних форм власності. Документом передбачається, що суб'єктами космічної діяльності можуть бути підприємства, установи та організації будь-якої форми власності та організаційно-правової форми. Закон також визначає основні засади космічної діяльності в Україні, зокрема:

- державна підтримка комерціалізації космічної діяльності та залучення інвестицій у космічну галузь України;

- відкриття космосу для громадян та юридичних осіб і можливість вільно досліджувати та використовувати космос, включно з використанням космічного простору та ресурсів, що містяться в ньому;

- еволюційність розвитку та послідовність реформування державної політики у галузі дослідження та використання космічного простору;

- ефективне використання науково-технічного потенціалу України, можливостей, які надає космічна діяльність, в інтересах національної економіки, науки, безпеки держави і в комерційних цілях;

- сприяння міжнародній співпраці, збереження та розвиток наявних міжнародних зв'язків у космічній галузі з урахуванням національних інтересів.

Постанова КМУ «Про затвердження Порядку видачі (відмови у видачі, анулювання) дозволів на провадження окремих видів космічної діяльності» №197 від 26.02.2020р. передбачає, що відтепер суб'єкти господарювання приватної форми власності, можуть отримати дозвіл на здійснення таких видів космічної діяльності:

1) випробування (окрім комп'ютерних) ракет-носіїв, в тому числі їх агрегатів та складових частин і космічних апаратів;

2) запуски ракет-носіїв та/або космічних апаратів;

3) управління космічними апаратами на навколоземній орбіті або в космічному просторі.

ВИСНОВКИ

Використання космічних супутників усіх галузях повсякденного життя неможливо переоцінити. Це і проекти національної безпеки, різні галузі соціально-економічного співробітництва, міжнародна співпраця. Розвиток супутникової сфери неможливий без зв'язку із наземними мережами, що передбачає супутниковий технологічний розвиток. Інтернет-послуги по всім важкодоступним місцевостям і як наслідок, розвиток освіти, науки, культури, все це є передумовою бурхливого економічного розвитку нашої країни.

До початку 2010-х років тенденція до мініатюризації бортових систем та розширення кола учасників космічної діяльності призвела до різкого зростання популярності малих космічних апаратів, що використовуються у прикладних, наукових та технологічних цілях. При цьому активно розвиваються так звані "Кубсати", космічні апарати масою 100-200 кг для використання в складі багатосупутникових угруповань, а апарати масою до тонни успішно замінюють багатотонні прикладні супутники дистанційного зондування Землі. Такі апарати недорогі, легко модифікуються для різних завдань, створюють менше радіоперешкод. Їх застосування сприяє зменшенню ризиків, пов'язаних із запуском на орбіту та роботою в космосі, знижуючи фінансові витрати. Малі апарати дозволяють відпрацьовувати нові технології та вирішувати завдання досліджень у різних галузях науки (астрономія, астрофізика, космічна фізика, фізика Сонця, планетознавство, космічна біологія).

Сьогодні ми спостерігаємо за бурхливим розвитком «вікна можливостей» для створення «космічної» людини та експансії до космосу. Це і проекти на Луну (Artemis 1), на Марс (SpaceX), і запуск телескопа Webb, розвиток космічної робототехніки, розвиток технологій щодо ракетних двигунів для збільшення дальності польотів, комплексне застосування малих супутників. З іншого боку, людська цивілізація має демографічні, ресурсні проблеми, потенційні катаклізми, подолання яких можливе завдяки космічним

подорожам. Для управління процесом створення «космічної» людини потрібний єдиний міжнародний мегапроект для розробки комплексу нових технологій безпеки та життєдіяльності людини в космосі. Особливе значення мають випереджувальна розробка правил та обмежень, організація безпечного та гідного постійного життя людей у космосі, включаючи доповнення та реалізацію основних прав людини та принципів біоетики, соціальних гарантій для «космічної» людини.

Щодо правової складової майбутньої космічної діяльності людини необхідно звернути особливу увагу на її екологічну складову. Збільшення кількості малих супутників, їх модернізація і обмежений строк дії, а також розширення видів діяльності людини у космосі призводять, як наслідок, до забруднення космічного середовища. Порушення озонового шару, збільшення космічного сміття відпрацьованими об'єктами є загрозою не тільки для нормальної життєдіяльності людини на землі, а й для функціонування надто дорогих пілотованих, штучних супутників в космосі. Тому вже зараз треба розвивати космічне екологічне право щодо правової охорони і використання космічного простору із застосуванням імперативних методів правового регулювання із зазначенням чітких категоричних розпоряджень щодо вичерпного переліку прав і обов'язків суб'єктів космічного права. Зрозуміло, що необхідно буде чітко визначитися із суб'єктами, об'єктами, принципами та джерелами екологічного космічного права, але цей процес є запорукою нашого успішного майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Alexander Heidel. Babylonian Genesis. Chicago University Press; 1963, 161 p.
2. Metaphysics. / Per. A. V. Kubitsky. M.-L.: Sotsekgiz. 1934. 348 p.
3. Edward J. Larson. Evolution: The Remarkable History of a Scientific Theory. Modern Library. 2006, 368 p.
4. URL: [Big Bang Triumphant \(Cosmology: Ideas\) \(aip.org\)](http://aip.org)
5. URL: [New Tools \(Cosmology: Tools\) \(aip.org\)](http://aip.org)
6. [URL:https://focus.ua/technologies/539076-uchenye-smogut-dokazat-alternativnuyu-gipotezu-nachalnogo-sostoyaniya-vselennoy](https://focus.ua/technologies/539076-uchenye-smogut-dokazat-alternativnuyu-gipotezu-nachalnogo-sostoyaniya-vselennoy)
7. [URL:https://focus.ua/technologies/539193-puteshestvie-cherez-prostranstvo-vremya-s-pomoshchyu-chervotochiny-uchenye-sozdali-takoy-prohod](https://focus.ua/technologies/539193-puteshestvie-cherez-prostranstvo-vremya-s-pomoshchyu-chervotochiny-uchenye-sozdali-takoy-prohod)
8. Bilenchuk P.D., Obikhod T.V. Cyber security and means of preventing and countering cybercrime and cyberterrorism. Journal of the Kyiv University of Law, 2018, No. 3. P. 235-239.
9. Bilenchuk P.D., Obikhod T.V. Legal and scientific support of cyber security of Ukraine. Legal Bulletin of Ukraine. No. 44–46 (1424–1426), November 1-17, 2022. P. 16-17.
10. O. M. Grigorov. International space law // Ukrainian diplomatic encyclopedia: In 2 vols./Editor: L. V. Huberskyi (head) and others. — K.: Knowledge of Ukraine, 2004 — Volume 2 — 812 p.
11. On space activity: Law of Ukraine dated November 15, 1996. Space law of Ukraine: Collection of national and international legal acts. 5th ed., revised and added / answer ed.: E.I. Kuznetsov, N.R. Malysheva. Kyiv: Atika, 2007. P. 15–28.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Біленчук Петро Дмитрович
Обіход Тетяна Вікторівна
Юрчишин Василь Миколаєвич

НАУКОВІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ,
ПРАВОВІ ЗАСАДИ ПІЗНАННЯ
КОСМОСУ ТА ВСЕСВІТУ

Монографія

Підписано до друку 26.12.2022. Формат 60x84/16.
Ум. друк. арк. 2,56. Зам. № 1. Тираж 100 прим.
Видавець та виготівник: ПБКФ «Технодрук»
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №1841 від 10.06.2004 р.
58000, м. Чернівці, вул. І. Франка, 20, оф.18, тел. (0372) 55-05-85